

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2003-106458
(P2003-106458A)

(43) 公開日 平成15年4月9日(2003.4.9)

(51) Int.Cl.⁷
F 1 6 J 15/22

識別記号

F I
F 1 6 J 15/22

テーマコード(参考)
3 J 0 4 3

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2001-301662(P2001-301662)
(22) 出願日 平成13年9月28日(2001.9.28)

(71) 出願人 591092453
イーグル・エンジニアリング・エアロスペース株式会社
東京都港区芝大門1丁目12番15号
(72) 発明者 河野 徹
埼玉県坂戸市大字片柳1500番地 イーグル・エンジニアリング・エアロスペース株式会社内
(74) 代理人 100097180
弁理士 前田 均 (外2名)
Fターム(参考) 3J043 AA16 BA03 BA09 CA13 DA02
DA09 DA10

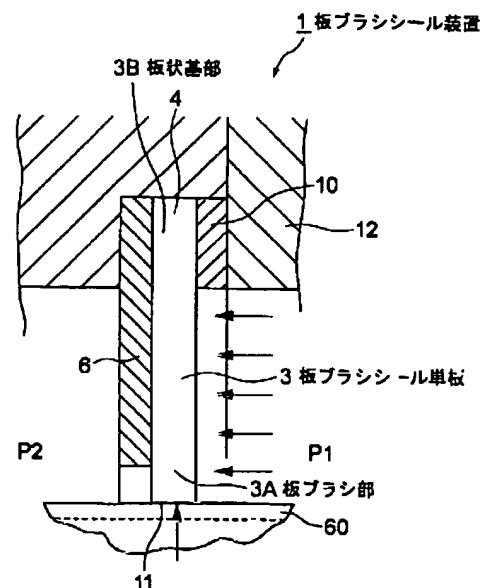
(54) 【発明の名称】 板ブラシシール

(57) 【要約】

【課題】 板ブラシシールの板状基部の積層を確実にすると共に、環状に積層するとき内径と外形の寸法差に対してスペーサを用いることなく間隔を設けることができるようにすることにある。

【解決手段】 板状基部3Bには幅方向両側の側板部13を折り曲げて形成される重ね溝部14を有し、板状基部3Bの重ね溝部14を同一方向に積層して隣接する各々の重ね溝部14の底面14Aと背面14Bとの間に設計間隔Hを有し、設計間隔Hは重ね溝部14を形成する側板部13の折曲角度により形成されているものである。

図 1



【特許請求の範囲】

【請求項1】 嵌合して相対移動する一方の部品に外周の板状基部を積層して一体にした固定部が取付けられて内周の板ブラシ部が他方の軸との間をシールする板ブラシシールであって、前記軸の周方向へ積層されて環状に形成される外周に板状基部を有すると共に内周に板ブラシ部を有する板ブラシシール単板を具備し、前記板状基部には幅方向両側の側板部を折り曲げて形成される重ね溝部を有し、前記板状基部の重ね溝部を同一方向に積層して隣接する各々の前記重ね溝部の底面と背面との間に設計間隔を有し、前記設計間隔は前記重ね溝部を形成する側板部の折曲角度により形成されていることを特徴とする板ブラシシール。

【請求項2】 前記設計間隔は前記板ブラシシール単板の各自由端部の隣接する間隔と前記板ブラシシール単板の全長から3角状に割り出される一辺の長さ寸法に形成されていることを特徴とする請求項1に記載の板ブラシシール。

【請求項3】 前記重ね溝部は台形状に折り曲げ形成されていることを特徴とする請求項1又は請求項2に記載の板ブラシシール。

【請求項4】 前記板ブラシ部は前記板状基部から折り曲げられて傾斜していることを特徴とする請求項1又は請求項2又は請求項3に記載の板ブラシシール。

【請求項5】 前記板状基部は前記重ね溝部の前記側板部が溶着されて一体に形成されていることを特徴とする請求項1又は請求項2又は請求項3又は請求項4に記載の板ブラシシール。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、例えば、航空機、ガスタービン等の回転軸の相対移動する二構成部品間をシールするシール板を重ねたブラシシール装置に関する。特に、二構成部品の一方向部品が微小な変動をしてもシール板のブラシシールが一方向部品の変動に対応して変形可能にすると共に、シール板を隙間無く重ね合わせて両部品間をシールするようにしたブラシシール装置の技術分野に係わるものである。

【0002】

【従来技術】本発明に関する先行技術として、特開平10-196801号公報が存在する。この公報には、図15に示すブラシシール装置100が開示されている。図15は、回転軸120が貫通するケーシング110と、この回転軸120との間に取り付けられたブラシシール装置100の斜視図である。このケーシング110は、蒸気タービンやガスタービンの部品であって、ブラシシール装置100の重ねられた薄板がケーシング110と回転軸120との間を仕切るようにして流体圧をシールしているものである。

【0003】この図15には、薄板のシール板109を

回転軸120の周方向に積層を重ねて高圧側領域P1と低圧側領域P2とをシール板109の積層方向でシールするものである。そして、シール板109の外周部はろう付けされて取付部104に形成されていると共に、このろう付けされた取付部104を介してケーシング110の溝部に取り付けられる。又、シール板109の低圧側領域P2の側面には背板102が配置されていると共に、高圧側領域P1の側面には保持板103が配置されている。そして、この背板102と保持板103によりシール板109の両側を支持している。

【0004】しかし、この様に形成されたシール板109に対し、回転軸120が偏心して圧接したときに、重ねられて環状体を成すシール板109は、1体の金属体のようになり弾性変形する逃げ場を失って、弾性変形に対応するバネ定数が大きくなるので、回転軸60の偏心に対して追従することが困難になる問題を惹起している。このためにシール板109とロータ120の外周面との間隔を大きくとらなければならない、この間隔が被密封流体のシール能力に問題を惹起している。更に、被密封流体の圧力が作用する方向に接合して重ねられたシール板109は、その接合面間方向に作用する被密封流体の圧力により隙間が生じるから、被密封流体の漏れに対してシール能力に問題が生じてくる。

【0005】更に、環状方向に薄板を積層したシール板109は環状全体では数十万枚にも成る場合があるから、その製作が極めて困難であると共に、材料の歩留まりが極めて悪い。更に又、シール板109の環状体の内周長さに対して外周長さは長くなるから、その外周が長くなる分、シール板109は側面から見て外周側を厚くした3角形状の厚さに形成しなければならない。このためシール板109としてロータ120の当接に対する弾性変形に問題が生じてくる。そして、シール板109がロータ120と接触したとき相対面が急速に摩耗することになる。これが原因となってシール能力に問題が生じてくる。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】上述のごとく構成されたブラシシール装置100は、回転軸120が振動や揺動などにより、シール板109に接触すると、シール板109は、回転軸120と圧接された状態になりながら摩耗と共に、傾斜角度も増加させる。更に、シール板109が回転軸120に圧接した位置に対し、軸心の径方向反対側はシール板109の自由端面105と回転軸120との隙間は、弾性変形の悪化と共に揺動に対して大きく開くことになる。そして、この隙間から被密封流体の漏れが惹起する。これらを防止するために、シール板109は回転軸の回転方向に傾斜されているが、シール板109は何十万枚も重ねてシール間に壁を成すように配置するので、その傾斜させた効果を発揮させることが困難である。

【0007】そして、板シール209は回転軸120の周面に沿って1枚ずつ層状に配置するので、板シール209の枚数は膨大になり、材料の歩留まりが悪化する。又、この材料の増加は可撓性を悪化させるから、板シール209の先端の摩擦により摩擦を早めることになる。

【0008】本発明は、上述のような問題点に鑑み成されたものであって、その技術的課題は、板ブラシシール単板を積層するとき位置決めしながら簡単に積層できるようにすることにある。そして、組立コストを低減することにある。更に、板ブラシシール単板を環状に積層するとき、積層した内周径と外周径との寸法差に対し、スペーサを設けることなく、取り付けられるようにすることにある。そして、板ブラシシール単板に対し、ロータが当接しても弾性変形して摩擦を低減できるようにすることにある。又、板ブラシシールの製作する材料の歩留まりを向上させることにある。更に、板ブラシシールの取付部の結合を容易にすると共に、取り付け部を溶接するときでも熱変形の影響を低減できることにある。又、板ブラシシール単板の肉厚を薄肉にしてシール能力を向上させると共に、板ブラシシールとロータとの間隙のシール効果を向上させることにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明は上述のような課題を解決するために成されたものであって、その技術的手段は、以下のように構成されている。

【0010】請求項1に係わる本発明の板ブラシシールは、嵌合して相対移動する一方の部品に外周の板状基部を積層して一体にした固定部が取付けられて内周の板ブラシ部が他方の軸との間をシールする板ブラシシールであって、前記軸の周方向へ積層されて環状に形成される外周に板状基部を有すると共に内周に板ブラシ部を有する板ブラシシール単板を具備し、前記板状基部には幅方向両側の側板部を折り曲げて形成される重ね溝部を有し、前記板状基部の重ね溝部を同一方向に積層して隣接する各々の前記重ね溝部の底面と前記重ね溝部の背面との間に設計間隔を有し、前記設計間隔は前記重ね溝部を形成する側板部の折り曲げ角度により形成されているものである。

【0011】この請求項1に係わる本発明の板ブラシシールでは、板ブラシシール単板の板状基部の両側板部が折り曲げられて重ね溝部に形成されており、この重ね溝部を同一方向に順々に重ねて環状になるように形成されている。このために、板状基部は互いに重ねられた重ね溝部によりずれないように保持されているから、互いの板ブラシシール単板の積層組立が容易であると共に、環状に組み立てるとき、板ブラシシール単板の積層された内径と外形との寸法差を設計間隙により調整することが可能になる。

【0012】更に、板状基部は重ね溝部が積層されて横ずれしないように保持していると共に、重ね溝部の両側

の弾性的な側板部により自由端部側の板ブラシ部を保持しているから、板ブラシ部を弾性変形可能に支持することができる。そして、軸が板ブラシ部に当接しても板ブラシ部は弾性変形が容易になるので、当接に対して弾性変形して摩擦を防止することが可能になる。

【0013】請求項2に係わる本発明の板ブラシシールは、設計間隙が前記板ブラシシール単板の各自由端部の隣接する間隔と前記板ブラシシール単板の全長から3角状に割り出される一辺の長さ寸法にほぼ形成されているものである。

【0014】この請求項2に係わる本発明の板ブラシシールでは、板状基部を環状に積層するときに積層間隔が最適に積層されるから、板ブラシシール単板の枚数を最小にして軽量化を図ることが可能になる。又、シール能力に応じて板ブラシ部の自由端部の間隔を設定すれば、板ブラシシール単板を最小の組み合わせに構成することが可能になる。

【0015】請求項3に係わる本発明の板ブラシシールは、前記重ね溝部は台形状に折り曲げ形成されているものである。

【0016】この請求項3に係わる本発明の板ブラシシールでは、板状基部の重ね溝部を台形状に折り曲げ形成されているので、板状基部を積層に重ねたときに結合力が安定して保持される。

【0017】請求項4に係わる本発明の板ブラシシールは、前記板ブラシ部は前記板状基部から折り曲げられて傾斜しているものである。

【0018】請求項4に係わる本発明の板ブラシシールでは、板ブラシ部を軸の径方向に対して傾斜させることにより、軸の揺動に対して弾性変形して対応することが可能になる。このため、軸との接触に対する摩擦を防止することが可能になる。特に、板ブラシシール単板を周方向に積層する構成は、板ブラシ部の弾性変形が低下するので、傾斜させることにより更なる弾性変形を付与することが可能になる。

【0019】請求項5に係わる本発明の板ブラシシールは、前記板状基部は前記重ね溝部の前記側板部が溶着されて一体に形成されているものである。

【0020】この請求項5に係わる本発明の板ブラシシールでは、従来技術では、薄板状の板状基部を溶接すると板状基部が熱変形を惹起して板ブラシ部までも不具合にしてきたが、重ね溝部の折り曲げられた側板部の溶接は、互いに重ね溝部が接合してずれないように保持されている上に、折り曲げられた側板部を溶接するので、簡単な溶接でも強固に固着することが可能になる。このために、小さな溶接の影響は、折り曲げ部を介して板ブラシ部にまで変形を与えないから、板ブラシ部のシール能力を発揮させることが可能になる。

【0021】又、板状基部の側板部を溶接して固着する方法は、各重ね溝部の接合により一体に位置決めされて

結合しているの、溶接を減少にすることが可能になる。しかも、重ね溝部の結合と溶接の固着により板状基部は強固に保持されている上に、被密封流体の作用方向に板状を成しているから、被密封流体の作用方向に強度を有して対抗力を発揮するから、背板、保持部等の取り付け板を不要にする効果が期待できる。

【0022】

【発明の実施の形態】以下、本発明に係わる板ブラシールの好ましい実施の形態を図面に基いて詳述する。図1は本発明の板ブラシール2が取り付けられた状態の半断面図である。又、図2は図1の内径側から見た1部の平面図である。尚、以下の図面は、所謂、特許図面ではなく、実験に基づく設計図である。

【0023】図1及び図2において、板ブラシール2は、第1実施の形態を示すものである。この板ブラシール2は、次のように構成されている。ガスタービン等の装置のケーシング50の孔には、軸60が嵌合している。この相対移動するケーシング50と軸60の間には、板ブラシール2が取り付けられており、この板ブラシール2によりその間をシールしている。板ブラシール2は板ブラシール単板3が軸の周面に沿って積層されて環状に形成されている。この板ブラシール単板3は、外周の板状基部3Bが環状に形成されて溶接された固着部4がケーシング50に取付けられていると共に、内周の板ブラシ部3Aの自由端部11が軸60に嵌合して軸60との間をシールしている。

【0024】この板ブラシール2には、板状基部3Bが重ねられた側面に背板部6が設けられており、この背板部6は板ブラシール2の板状基部3Bを保持すると共に、被密封流体に対する板状基部側をシールする。また、背板部6の反対側には板ブラシール2を介して保持部10が設けられており、この保持部10は背板部6との間で板ブラシール2を挟持している。そして、板ブラシ部3Aは、被密封流体の作用するP1からP2方向へ幅広くなるように配置されており、この幅広く形成することにより被密封流体の圧力に対抗するように構成される。この板ブラシール2と背板部6と保持部10からなる取付部は、ケーシング50の段部に取付部品12を介して取り付けられる。

【0025】図4は、図1に示す板ブラシール単板3の1実施例である板ブラシール単板3の平面図である。又、図5は他の実施例を示す板ブラシール単板3の平面図である。更に、図3は、この板ブラシール単板3を2枚積層した板状基部の積層方向を示す正面図である。

【0026】図4に於いて、板ブラシール単板3の板状基部3Bには、両側に側板部13が形成されている。この側板部13は、図3に示すように、設定された折曲角度に折り曲げられている。板ブラシール単板3の厚さは、ほぼ一定である。そして、側板部13を折曲角

度 θ に折り曲げると、側板部13、13の間に重ね溝部14が形成される。重ね溝部14の底面14Aは、板ブラシ部3Bの幅とほぼ同一幅に形成されている。又、底面14Aの反対面は背面14Bに形成されており、この背面14Bの幅は、雌金型内で雄金型との折り曲げ加工による結果として底面13Aの幅より広く形成される。

【0027】そして、各板ブラシール単板3の板状基部3Bの重ね溝部14を同方向に積層すると、側板部13の支持面13Aは隣接する板ブラシール単板3の側板部13に於ける接合面13Bと重ね溝部14内で接合する。同時に、底面14Aと背面14Bとの間には設計間隔Hが形成される。この設計間隔Hは、折曲角度によりその設計間隔Hの寸法が大小になるように構成される。折曲角度 θ を大きくすれば、設計間隔Hは大きくなるし、折曲角度を小さくすれば設計間隔Hが小さくなるように形成される。

【0028】図4の板ブラシール単板3は、側板部13が小さく形成されたものである。この板ブラシール単板3は図10に示す板ブラシール2に用いるものである。又、図5に示す板ブラシール単板3は、側板部13が大きく形成したものである。この板ブラシール単板3は図8に示す板ブラシール2に用いられるものである。

【0029】図6は、板ブラシール単板3を6枚積層したものであって、図3の2枚の板ブラシール単板3の積層枚数を増加させた全体の正面図である。図6に示すOで囲んだ内部が図3に示すように拡大した図面である。

【0030】図7は、本発明の第2実施の形態を示すもので、図5に示す板ブラシール単板3を20枚積層した板状基部3Bの積層方向側から見た状態図である。更に、図8は、図7の斜視図である。この図8の板ブラシール2は直線状又は大径に形成する場合の積層配列を示すものである。そして、板ブラシール2の側板部13を溶接した溶着部16により固着して固定部4を形成する。

【0031】図9は、軸60の周りに板ブラシール単板3を積層して円環状に形成した1部である。この板ブラシール単板3は図5に示す板ブラシール単板3であるために側板部13が大きく形成された実施例のものである。この板ブラシール2では、各板状基部3Bの結合力が強力であるために、溶接しなくとも背板部6と保持部10とに設けられた図示省略の溝部で板状基部3Bを保持する固着方法にすれば、強固に固定することが可能になる。

【0032】図10は、図4に示す板ブラシール単板3を20枚積層した斜視図である。この板ブラシール単板3は直線状態に示してあるが、板ブラシール単板3を環状に積層することもできる。この板ブラシール単板3の側板部13が小さく形成しているの、側板部

13の側面を2列に溶接して溶着部16にし、全体を固着部4にした実施例である。しかも、側板部13の側面を溶接するので溶接に伴う熱による配列の変形の影響が防止できる。

【0033】図11は、本発明の第2実施の形態を示すものであって、図8とはほぼ同一構成である。相違する点は、板ブラシ部3Bを板状基部3Aの境界部から折り曲げて傾斜させたものである。そして、側板部13の側面の両側を1カ所溶接して溶着部16にし、全体を固着部4に形成したものである。この板ブラシ部3Aの自由端部11の配列は、直線状に形成されているが、環状にも形成できる。

【0034】図12は、図11の板ブラシシール単板3を積層する状態を示す斜視図である。この図12から明らかなように側板部13を溶接しても側板部13は板ブラシシール単板3の側方に突出しているため、板ブラシ部3Aに熱的変形が作用するのを防止できる。又、各板ブラシシール単板3の板状基部3Bの重ね溝部14は、互いに同方向に積層されてはめ込まれているから、板状基部3Bを積層した状態でも結合力は強固になる。しかも、この結合した状態で溶接できるから、溶接が簡単になると共に微少な溶接でも結合力を強固にできる効果が期待できる。

【0035】更に、板ブラシ部3Aを傾斜するように折り曲げたものは、更に結合力が強固になると共に、板ブラシシール単板3の肉厚を薄肉に構成することが可能になる。このために、板ブラシ部3Aの傾斜と共に、板ブラシシール単板3を薄肉にできるから、軸60の当接に対してもその作用力に対応して弾性変形し、摩擦力を低減することが可能になる。その結果、当接する両者の摩擦を防止できる効果が期待できる。

【0036】又、以上に記載した板ブラシシール単板3の材質は、鋼板、ステンレス板、ニッケル基の合金板、セラミック板等の材質が用いられる。そして、板ブラシシール単板3の製作は、薄板からエッチング処理加工、ワイヤ放電加工、電子ビーム加工、レーザ加工などの微細加工技術により簡単に形成すると共に、その切断部品をプレス加工をして重ね溝部14を形成する。

【0037】

【発明の効果】各本発明に係わるブラシシール装置によれば、以下に記載するような優れた効果を奏する。

【0038】請求項1に係わる本発明の板ブラシシールによれば、板ブラシシール単板の板状基部の両側板部が折り曲げられた重ね溝部により、板状基部は互いにずれないように保持されているから、互いの板ブラシシール単板の積層組立が容易であると共に、環状に組み立てるとき、板ブラシシール単板の積層された内径と外形との寸法差を設計間隙により環状に形成することが可能になる効果を奏する。

【0039】更に、板状基部は重ね溝部が積層されて横

ずれしないように保持していると共に、重ね溝部の両側の弾力的な側板部により自由端部側の板ブラシ部を保持しているから、板ブラシ部を弾性変形可能に支持する効果を奏する。そして、軸が板ブラシ部に当接しても板ブラシ部は弾性変形が容易になるので、当接に対して弾性変形して摩擦を防止する効果が期待できる。

【0040】請求項2に係わる本発明の板ブラシシールによれば、板ブラシ部の自由端部の積層間隔をシール能力に応じて設定すれば、この積層間隔をもとにして板状基部側の設計間隔を設定できるから、板状基部を環状に積層するときに積層間隔が最適に積層できる構造に構成できる効果を奏する。そして、板ブラシシール単板の枚数を最小にして軽量化を図ることが可能になると共に、板ブラシシール単板の構造が簡素化されているから、弾性変形に対する対応が可能で摩擦に伴う摩擦を防止できる効果を奏する。又、シール能力に応じて板ブラシ部の自由端部の間隔を設定すれば、板ブラシシール単板を最小の組み合わせに構成することが可能になるので、小型に構成できる効果を奏する。

【0041】請求項3に係わる本発明の板ブラシシールによれば、板状基部の重ね溝部を台形状に折り曲げ形成されているので、板状基部を積層に重ねたときに積層した結合力が強力に保持される。同時に、板状基部は重ね溝部に構成されてはめ込まれるように結合されているから、側板部を溶接するのに簡単に溶接することが可能になる効果を奏する。しかも、簡単に溶接するのみで固着できるから、溶接による熱的影響を防止でき、溶接による板ブラシ部の配列の変形を防止し、板ブラシ部のシール能力を向上することが可能になる効果を奏する。

【0042】請求項4に係わる本発明の板ブラシシールによれば、板ブラシ部を軸の径方向に対して傾斜させることにより、軸の揺動に対して弾性変形して対応することが可能になる。このため、軸との接触に対する摩擦を防止する効果を奏する。特に、板ブラシシール単板を周方向に積層する構成は、板ブラシ部の弾性変形が低下するので、傾斜させることにより更なる弾性変形を付与して、板ブラシ部の摩擦や摩擦を防止する効果を奏する。

【0043】請求項5に係わる本発明の板ブラシシールによれば、板状基部に有する重ね溝部の折り曲げられた側板部の溶接は、互いに重ね溝部が接合してずれないように保持されている上に、折り曲げられた側板部を溶接するので、簡単な溶接でも強固に固着することが可能になる効果を奏する。このために、小さな溶接の影響は、折り曲げ部を介して板ブラシ部にまで変形を与えないから、板ブラシ部のシール能力を発揮させる効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の板ブラシシールの軸方向の半断面図である。

【図2】図1の内径側から見た板ブラシシールの一部の

平面図である。

【図3】本発明に係わる2枚の板ブラシール単板の重ね溝部の一部の正面図である。

【図4】本発明に係わる1実施例の板ブラシール単板の平面図である。

【図5】本発明に係わる他の実施例の板ブラシール単板の平面図である。

【図6】図3の積層された板状基部の一部積層された平面図である。

【図7】図5に示す板ブラシール単板を積層した本発明に係わる第2実施の形態の板ブラシールの正面図である。

【図8】図7の板ブラシールの斜視図である。

【図9】図5の板ブラシール単板を環状に配列した一部の斜視図である。

【図10】図4に示す板ブラシール単板を積層した一部の斜視図である。

【図11】本発明に係わる第3実施の形態を示す板ブラシールの一部斜視図である。

【図12】図11に示す板ブラシールの板ブラシール単板の積層状態を示す斜視図である。

【図13】従来のブラシール装置の一部斜視図であ

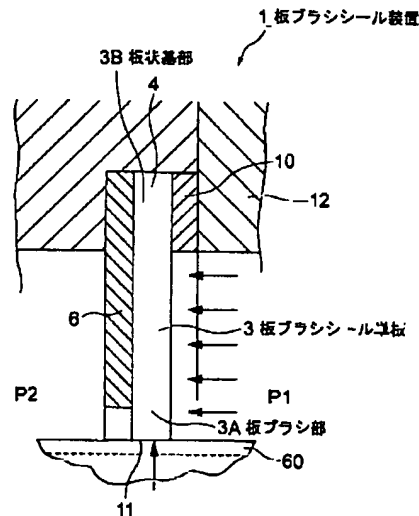
る。

【符号の説明】

- 1 ブラシール装置
- 2 板ブラシール
- 3 板ブラシール単板
- 3A 板ブラシ部
- 3B 板状基部
- 4 固定部
- 6 背板部
- 10 保持部
- 11 自由端部
- 12 取付部品
- 13 側板部
- 13A 支持面
- 13B 接合面
- 14 重ね溝部
- 14A 底面
- 14B 背面
- 16 溶着部
- 50 ケーシング
- 60 軸
- H 設計間隔

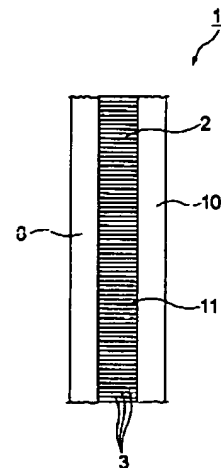
【図1】

図 1



【図2】

図 2

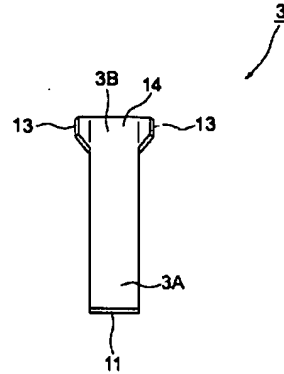
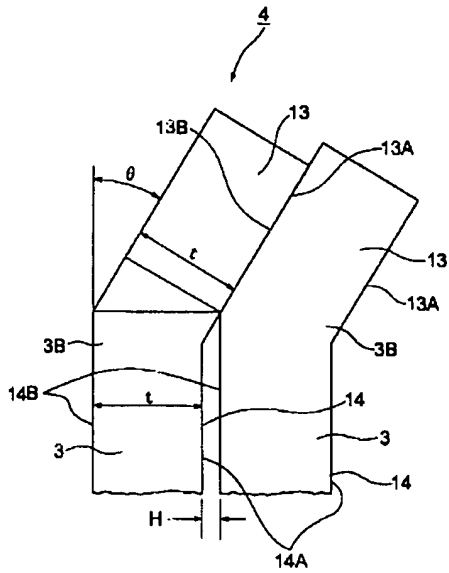


【図3】

【図4】

図 3

図 4



【図7】

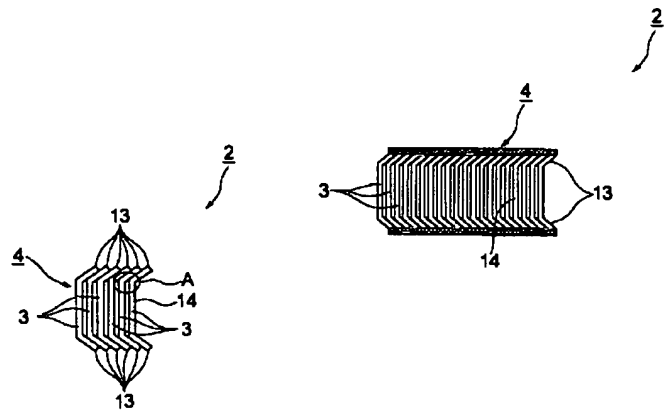
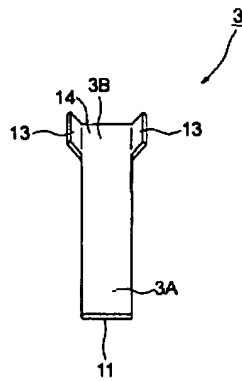
図 7

【図5】

【図6】

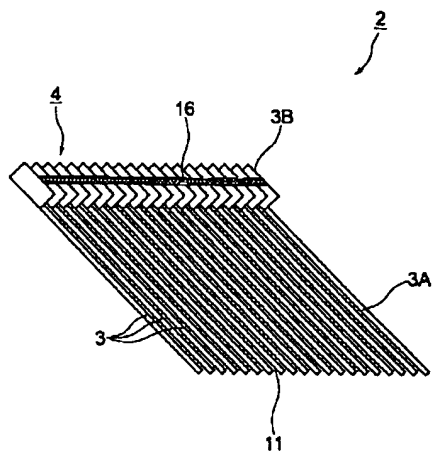
図 5

図 6



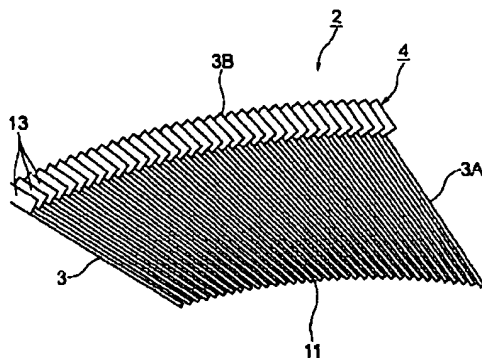
【図8】

図 8



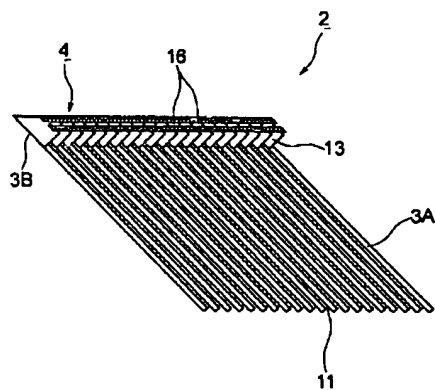
【図9】

図 9



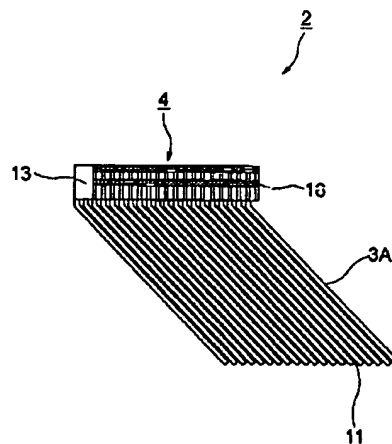
【図10】

図 10



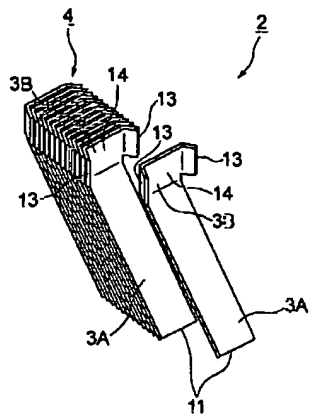
【図11】

図 11



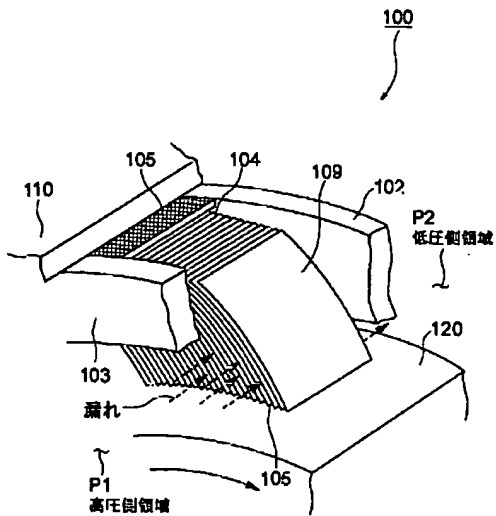
【図12】

図 12



【図13】

図 13



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.